

შესავალი უნიფიკაციის თეორიაში

თემურ კუცია
სიმბოლური გამოთვლების კვლევითი ინსტიტუტი
იოჰან კეპლერის სახელობის უნივერსიტეტი
ლინცი, ავსტრია
<https://www.risc.jku.at/people/tkutsia/>

უნიფიკაციის თეორიის ამ მოკლე კურსში განხილული იქნება უნიფიკაციის და ანტი-უნიფიკაციის მეთოდები და ალგორითმები.

უნიფიკაციის პრობლემა გულისხმობს ლოგიკურ ტერმებს შორის განტოლების ამოხსნას: მოცემული ორი ტერმისთვის ვეძებთ ცვლადების ისეთ ჩასმას, რომელიც ამ ტერმებს ტოლად აქცევს. თუ ტოლობა სინტაქსურადაა განსაზღვრული, მაშინ საქმე გვაქვს სინტაქსურ უნიფიკაციასთან, ხოლო თუ იგულისხმება ტოლობა მოცემული ეკვაციონალური თეორიის მიმართ, მაშინ ლაპარაკია ეკვაციონალურ უნიფიკაციაზე.

სინტაქსური უნიფიკაცია კარგადაა შესწავლილი და მისი ამოხსნის ეფექტური და პრაქტიკული ალგორითმები არსებობს. ეს ალგორითმები ამოხსნადი პრობლემისთვის მის უზოგადეს ამონახსნს ითვლიან და, შესაბამისად, პრობლემაში შემავალი ტერმებისთვის მათ უზოგადეს საერთო კერძო მაგალითს გვაძლევენ. ეკვაციონალური უნიფიკაცია გაცილებით ძნელი პრობლემაა. საზოგადოდ, იგი გადაუწყვეტადია. ამოხსნად პრობლემებს შეიძლება ჰქონდეთ ამონახსნთა მინიმალური სრული სიმრავლე (რომელიც შეიძლება იყოს სასრული ან უსასრულო), ან ასეთი სიმრავლე საერთოდ არ არსებობდეს (როცა მინიმალობა და სისრულე ერთმანეთს ეწინააღმდეგება). ეს დამოკიდებულია როგორც თეორიაზე, ისე იმაზე, თუ რა სახის უნიფიკაციის განტოლებებს განვიხილავთ ან რა ფორმა-თვისების მქონე ამონახსნებს ვეძებთ.

უნიფიკაცია ფუნდამენტური გამოთვლითი მექანიზმია მათემატიკის, კომპიუტერული მეცნიერებების, ხელოვნური ინტელექტის სხვადასხვა ქვედარგისთვის: ავტომატური დედუქციის, დეკლარაციული პროგრამირების, ტერმთა გადანერის, ტიპთა გამოყვანის, ცოდნის წარმოდგენის და მსჯელობის, პროგრამების გარდაქმნის, ბუნებრივ ენათა დამუშავების და ა.შ. ამოცანების გადაჭრის მეთოდებში სხვადასხვა სახის უნიფიკაციის ტექნიკაა გამოყენებული.

ანტი-უნიფიკაცია, გარკვეული თვალსაზრისით, უნიფიკაციის დუალური პრობლემაა. თუ უნიფიკაცია მოცემული ტერმების უზოგადეს საერთო კერძო მაგალითს ეძებს, ანტი-უნიფიკაციის მიზანი ამ ტერმების ყველაზე სპეციფიკური საერთო განზოგადების პოვნაა. მოცემული ტერმის განზოგადება ისეთი ტერმია, რომლიდანაც ცვლადების გარკვეული ჩანაცვლების შედეგად შესაძლებელია საწყისი ტერმის მიღება. ჩვეულებრივ, ანტი-უნიფიკაცია მოცემული ტერმების საერთო განზოგადების გამოთვლის დროს ცდილობს ამ ტერმებს შორის მსგავსება მაქსიმალურად შეინარჩუნოს, განსხვავებები კი ახალი ცვლადების შემოტანით ჩაანაცვლოს.

უნიფიკაციის მსგავსად, ანტი-უნიფიკაციაშიც განიხილება მისი სინტაქსური და ეკვაციონალური ვარიანტები. ამონახსნთა სიმრავლის ბაზისიც, თუ არსებობს, შეიძლება სასრული ან უსასრულო იყოს.

ბოლო წლებში ანტი-უნიფიკაციის მიმართ ინტერესი საგრძნობლადაა გაზრდილი, რაც მისი თანამედროვე გამოყენების სფეროს გაფართოებით აიხსნება. იგი სასარგებლო ტექნიკაა ინდუქციური მსჯელობისთვის, ლემების ავტომატური წარმოქმნისთვის, დამტკიცებათა განზოგადებისთვის, პროგრამულ კოდში კლონების აღმოჩენის და რეფაქტორიზაციისთვის, პროგრამული შეცდომების ავტომატური შესწორებისთვის და სხვა პრობლემებისთვის.

კურსის პირველი ნაწილი მიეძღვნება უნიფიკაციას. ჯერ განვიხილავთ სინტაქსური უნიფიკაციის ალგორითმებს და მათ თვისებებს, შემდეგ კი მოკლედ მიმოვიხილავთ ეკვაციონალური უნიფიკაციის პრობლემებს, მათ კლასიფიკაციას და ზოგი თეორიის შედეგებს. მეორე ნაწილში განვიხილავთ იქნება ანტი-უნიფიკაციის პრობლემა სხვადასხვა თეორიაში, ალგორითმები, თვისებები და გამოყენებები. ლექციებს თან ახლავს მაგალითები და სავარჯიშოები.

ლიტერატურა:

Franz Baader: Unification, Weak Unification, Upper Bound, Lower Bound, and Generalization Problems. Proceedings of the 4th International conference on Rewriting Techniques and Applications, RTA 1991: 86-97

Franz Baader and Tobias Nipkow. Term Rewriting and All That. Cambridge University Press, United Kingdom, 1998.

Franz Baader and Wayne Snyder. Unification Theory. In J.A. Robinson and A. Voronkov, editors, Handbook of Automated Reasoning, pages 447-533. Elsevier Science Publishers, 2001.

David M. Cerna, Temur Kutsia: Anti-unification and Generalization: A Survey. In Proceeding of the 32nd International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI 2023, to appear. CoRR abs/2302.00277, 2023.

Temur Kutsia, Jordi Levy, Mateu Villaret: Anti-unification for Unranked Terms and Hedges. Journal of Automated Reasoning 52(2): 155-190, 2014.